

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 特許公報 (B1)

(11)特許番号

特許第2997464号  
(P2997464)

(45)発行日 平成12年1月11日(2000.1.11)

(24)登録日 平成11年10月29日(1999.10.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 01 J    9/32  
            9/40  
            61/36

識別記号

F I  
H 01 J    9/32  
            9/40  
            61/36

B  
B  
B

(21)出願番号 特願平11-18407  
(22)出願日 平成11年1月27日(1999.1.27)  
審査請求日 平成11年2月25日(1999.2.25)

(73)特許権者 000005843  
松下電子工業株式会社  
大阪府高槻市幸町1番1号  
(72)発明者 目黒 趟  
大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内  
(72)発明者 坂本 政治  
大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内  
(72)発明者 平井 健治  
大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内  
(74)代理人 100095555  
弁理士 池内 寛幸 (外1名)  
審査官 大森 伸一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光管の製造方法

1

## (57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 透光性絶縁管の一部にレーザー光を照射する工程と、前記透光性絶縁管の前記レーザー光が照射された部分を封着する工程とを含み、前記レーザー光を照射する工程が、前記レーザー光を前記透光性絶縁管の管軸方向に揺動させるように走査し、且つ、前記レーザー光の出力および揺動幅の少なくとも一方を変化させながら実施されることを特徴とする発光管の製造方法。

【請求項2】 前記レーザー光を照射する工程は、前記レーザー光の変位量が最大となるときの出力を、前記レーザー光の変位量が最小となるときの出力よりも小さくなるように、前記レーザー光の出力を変化させながら実施される請求項1に記載の発光管の製造方法。但し、前記変位量は、レーザー光の変位を、レーザー光の平均位置を基準として表したとき、前記変位の絶対値で表され

2

る量である。

【請求項3】 前記レーザー光の出力を、前記レーザー光の変位量の増大に対応して低下し、前記レーザー光の変位量の減少に対応して増大するように、段階的または連続的に変化させる請求項2に記載の発光管の製造方法。

【請求項4】 前記レーザー光を照射する工程は、前記レーザー光の走査速度が最小となるときの出力が、前記レーザー光の走査速度が最大となるときの出力よりも小さくなるように、前記レーザー光の出力を変化させながら実施される請求項1に記載の発光管の製造方法。

【請求項5】 前記レーザー光の走査速度の増大に対応して増大し、前記レーザー光の走査速度の低下に対応して低下するように、前記レーザー光の出力を、段階的または連続的に変化させる請求項4に記載の発光管の製造

方法。

【請求項 6】 前記レーザー光を照射する工程は、前記透光性絶縁管の前記レーザー光が照射されていない領域の一部を、冷却媒体に接触させながら実施される請求項 1～5 のいずれかに記載の発光管の製造方法。

【請求項 7】 前記透光性絶縁管の前記レーザー光が照射される領域内で前記冷却媒体に接触する部分に最近の部分を走査するときの出力が、前記領域内で前記冷却媒体に接触する部分に最遠の部分を走査するときの出力よりも大きくなるように、前記レーザー光の出力を変化させる請求項 6 に記載の発光管の製造方法。

【請求項 8】 前記レーザー光を照射する工程は、前記透光性絶縁管を、前記透光性絶縁管の管軸を回転軸として回転させながら実施される請求項 1～7 のいずれかに記載の発光管の製造方法。

【請求項 9】 前記レーザー光が、炭酸ガスレーザー、エキシマレーザー、YAG レーザーおよび半導体レーザーから選ばれる請求項 1～8 に記載の発光管の製造方法。

【請求項 10】 前記透光性絶縁管が、石英ガラス、硼珪酸塩ガラスおよび透光性アルミナから選ばれるいずれかの透光性絶縁材料を主成分とする請求項 1～9 のいずれかに記載の発光管の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、発光管の製造方法に関するものであり、更に詳しくは、透光性絶縁管の封着工程に特徴を有する発光管の製造方法に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】 発光管は、石英管内に一对の電極を対向配置するとともに、所定のガスおよび発光物質を封入してなるものである。発光管の封止は、通常、石英管の一部を、加熱により軟化させた状態で封着することにより実施される。加熱源としては、一般に、酸素一水素バーナーが使用されている。しかし、バーナーは、加熱範囲を小範囲に特定することが極めて困難であるため、石英管の所望の封止部以外の領域までもが加熱されて変形するおそれがあった。発光管の放電空間となる部分の変形は、その発光管を使用した放電灯の特性に大きな影響を与えるため、特に問題となっていた。更に、酸素一水素バーナーを使用すると、炎に含まれる水蒸気が石英ガラスに吸収され、発光管の特性を劣化させるおそれがあるという問題があった。

【0003】 上記問題を解決するため、石英管を加熱する加熱源として、レーザー光を使用することが提案されている（特開昭 57-109234 号公報、特開昭 58-78348 号公報など）。例えば、特開昭 58-78348 号公報には、レーザー光を、石英管の管軸方向に一定の振幅で走査しながら照射することにより、石英管

を加熱し、封着することが記載されている。

##### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、レーザー光を一定振幅で走査しながら照射することによって石英管を加熱した場合、石英管の加熱温度にばらつきが生じる。その結果、加工時に発光管が破裂したり、封止耐圧の変動が大きくなるため、使用中に発光管にクラックが発生するおそれがあるという問題があった。

10

【0005】 本発明は、レーザー光を用いた透光性絶縁管の封着工程において、透光性絶縁管の加熱温度のばらつきを低減し、高品質の発光管を安定して製造し得る、発光管の製造方法を提供することを目的とする。

##### 【0006】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するため、本発明の発光管の製造方法は、透光性絶縁管の一部にレーザー光を照射する工程と、前記透光性絶縁管の前記レーザー光が照射された部分を封着する工程とを含み、前記レーザー光を照射する工程が、前記レーザー光を前記透光性絶縁管の管軸方向に揺動させるように走査し、且つ、前記レーザー光の出力および揺動幅の少なくとも一方を変化させながら実施されることを特徴とする。このような構成によれば、レーザー光の出力および揺動幅の少なくとも一方を制御することによって、透光性絶縁管の加熱温度のばらつきを低減し、高品質の発光管を安定して製造することができる。更に、加熱パターンを変化させることができるために、透光性絶縁管を、選択的に局部的に加熱することができる。

【0007】 前記製造方法においては、前記レーザー光を照射する工程は、前記レーザー光の変位量が最大となるときの出力が、前記レーザー光の変位量が最小となるときの出力よりも小さくなるように、前記レーザー光の出力を変化させながら実施されることが好ましい。但し、前記変位量は、レーザー光の変位を、レーザー光の平均位置を基準（変位 = 0）として表したとき、前記変位の絶対値で表される量である。また、前記変位は、レーザー光が照射される箇所の位置を、透光性絶縁管の管軸方向に関して表したものである。

20

【0008】 図 7 は、従来のレーザー光を用いた発光管の封着工程における、レーザー光の変位および出力の時間に伴う変化を示したものである。また、図 8 は、図 7 のようにレーザー光の照射を実施したときの、レーザー光の照射エネルギーの分布を示すものである。レーザー光を一定の出力および振幅で揺動させながら照射した場合、照射エネルギーは、レーザー光の変位量が最大となる部分（照射領域の端部（図 8 の G 点および I 点付近））は高く、変位量が最小となる部分（照射領域の中央部（図 8 の H 点付近））では低くなる傾向がある。この照射エネルギーの不均一が、加熱温度のばらつきの一因となっていた。

40

【0009】 しかし、本発明の製造方法の好ましい例に

よれば、変位量に対応させてレーザー光の出力を制御するため、上記のような照射エネルギーの不均一を緩和することができ、透光性絶縁管の加熱温度のばらつきを低減することができる。

【0010】また、この好ましい例においては、前記レーザー光の変位量の増大に対応して低下し、前記レーザー光の変位量の減少に対応して増大するように、前記レーザー光の出力を、段階的または連続的に変化させることができ。

【0011】前記製造方法においては、前記レーザー光を照射する工程は、前記レーザー光の走査速度が最小となるときの出力が、前記レーザー光の走査速度が最大となるときの出力よりも小さくなるように、前記レーザー光の出力を変化させながら実施されることが好ましい。

【0012】前述したように、従来の製造方法においては、レーザー光の照射エネルギーは、照射領域の端部で高く、中央部で低いという分布を示す。これは、レーザー光の走査は、通常、レーザー光の変位が時間に対して三角関数的に変化するように実施されるため、レーザー光の走査速度が照射領域の端部で小さく、中央部で大きくなることに起因している。走査速度が小さい領域は、走査速度が大きい領域に比べてレーザー光が照射される時間が長くなるため、従来の製造方法のようにレーザー光の出力が一定である場合は、走査速度が小さい領域は、走査速度が大きい領域に比べてより大きなエネルギーが吸収されるのである。

【0013】しかし、本発明の製造方法の好ましい例によれば、走査速度に対応させてレーザー光の出力を制御するため、上記のような走査速度の相違に起因する照射エネルギーの不均一を緩和することができ、透光性絶縁管の加熱温度のばらつきを低減することができる。

【0014】また、この好ましい例においては、前記レーザー光の走査速度の増大に対応して増大し、前記レーザー光の走査速度の低下に対応して低下するように、前記レーザー光の出力を、段階的または連続的に変化させることができ。

【0015】また、前記製造方法においては、前記レーザー光を照射する工程を、前記透光性絶縁管の前記レーザー光が照射されていない領域の一部を、冷却媒体に接触させながら実施することができる。この場合、前記レーザー光の出力を、前記透光性絶縁管の前記レーザー光が照射される領域内で前記冷却媒体に接触する部分に最近の部分を走査するときの出力が、前記領域内で前記冷却媒体に接触する部分に最遠の部分を走査するときの出力よりも大きくなるように変化させることができ。

【0016】レーザー光の照射を、透光性絶縁管の一部を冷却媒体に接触させるながら実施する場合、冷却媒体に接触する部分に近い部分は、遠い部分に比べて周囲からエネルギーを奪われやすいため、加熱温度が低くなる傾向がある。しかし、この好ましい例によれば、レーザー

一光の出力を、冷却媒体に接触する部分に近い部分を走査するときに大きくなるように制御することにより、冷却媒体に接触する部分に近い部分に照射されるエネルギーを高くして、透光性絶縁管の加熱温度のばらつきを低減することができる。

【0017】また、前記製造方法においては、前記レーザー光を照射する工程が、前記透光性絶縁管を、前記透光性絶縁管の管軸を回転軸として回転させながら実施されることが好ましい。透光性絶縁管の周方向における加熱温度のばらつきを低減することができるからである。

【0018】また、前記製造方法においては、前記レーザー光としては、炭酸ガスレーザー、エキシマレーザー、YAGレーザーおよび半導体レーザーから選ばれるいずれかのレーザー光を使用することができる。また、前記透光性絶縁管の材料としては、石英ガラス、硼珪酸塩ガラスおよび透光性アルミナから選ばれるいずれかの透光性絶縁体を使用することができる。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】図2は、本発明の製造方法で作製される発光管の構造の一例を示す正面図である。発光管は、石英管内に、一对の電極体15および17を対向するように配置するとともに、不活性ガス、水銀および金属ハロゲン化物を封入してなるものである。電極体15および17は、コイルに電極棒を挿入してなる電極コイル部と、モリブデン箔などの金属箔と、リード線部とが接合したものである。

【0020】図1は、本発明の発光管の製造方法において使用される封止装置の一例を示す模式図である。この封止装置は、石英管支持機構3と、レーザー照射機構とを備えている。

【0021】石英管支持機構3は、可動テーブル35上に設置された支持部33および34を備えており、この支持部33および34は、部材32を介してモーター31と接続されている。また、石英管支持機構3は、冷却剤噴霧口45を備えている。更に、石英管支持機構3は、図示を省略するが、石英管を封着するためのピンチヤー、磁性体などの電極体保持部を備えている。

【0022】レーザー照射機構は、光源21と、反射鏡22および23と、凹面反射鏡(放物面鏡)24と、遠隔操作により反射面の傾斜角度を調整できる反射鏡(スキャニングミラー)25とを備えている。光源21および各反射鏡22～25は、光源21から出力されたレーザー光が、反射鏡22および23で進路を調整されて放物面鏡24まで導かれ、放物面鏡24によってスキャニングミラー25の反射面に集光できるような位置関係で配置されている。

【0023】光源21は、例えば、炭酸ガスレーザー、エキシマレーザー、YAG(イットリウムアルミニウムガーネット)レーザー、半導体レーザーなど、レーザー加工用として慣用の光源を使用することができる。特

に、炭酸ガスレーザーは、主な波長が  $10 \mu\text{m}$  程度であつて、石英管に吸収され易いため好ましい。また、図示を省略しているが、光源 21 は、スキャンニングミラー 25 の反射面の傾斜角度に対応して出力を制御するための制御機構を備えている。

【0024】なお、石英管支持機構 3 とレーザー照射機構とは、スキャンニングミラー 25 で反射したレーザー光 2 が、石英管 1 の所定の領域 11 に照射されるような位置関係で配置されている。また、レーザー照射機構と、石英管支持機構 3 に支持された石英管 1 との間の距離は、石英管に照射されるレーザー光 2 のスポット径を決定する一因となる。レーザー照射機構と石英管 1 との間の距離は可動テーブル 35 によって調整することができる。また、スポット径は、特に限定するものではないが、石英管の直径の、1～200%程度に調整することが好ましい。

【0025】次に、上記封止装置の動作を説明するとともに、本発明の製造方法について詳細に説明する。なお、以下の説明は、図 2 に示すような構造の発光管を製造する場合を例示したものである。

【0026】まず、石英管 1 を作製する。直管状の石英管の一部を、加熱により軟化させて球管状に成形する。これにより、球管 12 の両端に、直管状の側管 13a および 13b が対称的に設けられた形状を有する石英管 1 が得られる。

【0027】次に、石英管 1 の一方の側管 13a に、第 1 の電極体 15 を挿入した後、以下の要領で側管 13a を封着する（以下、この工程を「第 1 の封止工程」とする。）。なお、この第 1 の封止工程は、石英管 1 内を排気しながら実施することが好ましい。

【0028】まず、第 1 の電極体 15 が挿入された石英管 1 を、支持部 33 および 34 で支持するように封止装置に設置する。このとき、石英管 1 内での第 1 の電極体 15 の位置は、封止装置の電極体保持部と、電極体の金属箔との間に働く磁力などの相互作用によって規制される。石英管 1 を設置した後、モーター 31 を始動させる。これにより、石英管 1 は、管軸（管の中心を通る軸）を軸とした回転運動を始める。

【0029】次に、光源 21 よりレーザー光 2 が発せられ、反射鏡 22、反射鏡 23、放物面鏡 24 およびスキャンニングミラー 25 での反射を経て、石英管 1 の所定の領域 11 に照射される。なお、領域 11 は、第 1 の電極体 15 の金属箔の部分およびその周辺に相当する領域である。

【0030】レーザー光の照射は、スキャンニングミラー 25 の反射面の傾斜角度を、所定の角度範囲内で変化させながら実施される。このため、レーザー光 2 は、石英管 1 の所定の領域 11 内を揺動するように走査することとなる。スキャンニングミラー 25 の反射面の傾斜角度は、通常、時間に対して三角関数的に変化するように

実施される。この場合、図 3 に示すように、レーザー光 2 の変位（照射位置）は時間に対して三角関数的に変化する。すなわち、レーザー光の走査速度は一定ではなく、変位量が大きいほど走査速度は小さく、変位量が小さいほど走査速度が大きくなる。なお、「傾斜角度」は、スキャンニングミラー 25 で反射したレーザー光 2 の進行方向を、石英管 1 の管軸方向に直交する方向を基準 ( $\theta = 0$ ) として表した角度 ( $\theta$ ) で表すことができる。また、「変位」は、レーザー光の照射位置を、 $\theta$  が零度のときの照射位置を基準（変位 = 0）として表すことができ、「変位量」は変位の絶対値で表すことができる。

【0031】また、レーザー光の照射は、スキャンニングミラー 25 の反射面の傾斜角度の変化に対応して、レーザー光の出力が変化するよう実施される。図 3 は、第 1 の封止工程における、レーザー光の出力パターンの一例を示すものである。この出力パターンによれば、レーザー光の出力は、 $\theta$  の変化に伴って段階的に変化するよう制御されており、 $\theta$  の絶対値が大きくなり、レーザー光の変位量が大きくなるに従って、レーザー光の出力が小さくなるように制御されている。換言すれば、レーザー光の出力は、レーザー光の走査速度が小さくなるに従って、小さくなるように制御されている。このように、レーザー光の出力を、レーザー光の変位量が最小となるときに最大出力とし、レーザー光の変位量が最大となるときに最大出力の数%程度とするよう制御することにより、レーザー光の照射エネルギー量を実質的に均一に調整することができる。このような制御により、図 4 に示すように、照射領域内の各点（A、B および C）に照射されるレーザー光のエネルギーを、ほぼ同等に調整することが可能となる。

【0032】石英管 1 の領域 11 は、レーザー光 2 を吸収して加熱され、次第に温度が上昇する。領域 11 の加熱温度は、石英管 1 を変形可能な程度まで軟化できる温度であれば特に限定するものではない。

【0033】前述したように、領域 11 内においては、レーザー光の照射エネルギー量がほぼ均一となるため、石英管 1 の加熱温度のばらつきを比較的小さくすることができる。

【0034】次に、レーザー光照射によって軟化した領域 11 を、ピンチャーワイヤーで挟持して封止する。

【0035】その後、石英管 1 を上下に反転させ、石英管 1 の側管 13b から石英管 1 内を排気した後、石英管 1 内に水銀および金属ハロゲン化物を投入する。続いて、側管 13b 内に第 2 の電極体を挿入した後、石英管 1 内に不活性ガスを封入する。

【0036】次に、石英管 1 の所定の領域、すなわち、第 2 の電極体 17 の金属箔が挿入されている部分に相当する領域を、レーザー光の照射により加熱し封着する（以下、この工程を「第 2 の封止工程」とする。）。こ

の第2の封止工程は、通常、石英管1の一部に、冷却剤噴霧口45から液体窒素などの冷却剤46を噴霧して、石英管1を冷却しながら実施される。

【0037】第2の封止工程は、レーザー光の出力パターンが異なること以外は、前述した第1の封止工程と実質的に同様にして、実施することができる。

【0038】図5は、第2の封止工程において好適な、レーザー光の出力パターンの一例を示すものである。第2封止工程におけるレーザー光の出力は、図3と同様に、スキャニングミラー25の傾斜角度( $\theta$ )の絶対値が最大となる、すなわちレーザー光の変位量が最大となるときに小さくなるように制御されている。但し、 $\theta$ の絶対値(レーザー光の変位量)が最大となるときには、 $\theta$ が正である場合(変位が正である場合;図5のa点)と、 $\theta$ が負である場合(変位が負である場合;図5のb点)とがあるが、図5においては、レーザー光の出力がa点よりもb点において大きくなるように制御されている。換言すれば、レーザー光は、照射領域の液体窒素46と接触する部分に近い方の端部(図6のF点に相当する領域)を走査するときの出力が、照射領域の液体窒素46と接触する部分に遠い方の端部(図6のD点に相当する領域)を走査するときの出力よりも大きくなるように制御されている。このようにレーザー光の出力を制御すれば、図6に示すように、レーザー光の照射エネルギー分布に、照射領域の一端(D点)から他端(F点)に向かって増大するような勾配など、所望の加熱パターンを形成することができる。

【0039】レーザー光が照射される領域の石英管1は、レーザー光を吸収して加熱され、次第に温度が上昇する。加熱温度のピークは、第1の封止工程と同様、石英管1を変形可能な程度まで軟化できる温度であれば、特に限定するものではない。

【0040】第2の封止工程は、前述したように、石英管1の一部を液体窒素46と接触させながら実施するため、液体窒素46と接触する部分に近いF点付近は、D点付近よりも温度が低下し易い。例えば、図4に示す出力パターンによって第2の封止工程を実施した場合、レーザー光の加熱温度はD点、E点、F点の順で低くなり、D点とF点との間の照射エネルギー量の差が10倍以上となる場合もある。

【0041】しかし、上記のようにレーザー光の出力を制御すれば、照射エネルギーを、液体窒素46と接触する部分に近いF点付近において大きく、他端D点付近において小さくなるように調整できるため、照射領域内の各点における加熱温度のばらつきを比較的小さくすることができます。

【0042】レーザー光照射により軟化した領域をピンチャード挟持して封止した後、側管13aおよび13bの不要な部分を切除し、発光管を得る。

【0043】また、以上の説明においては、透光性絶縁

管として石英管を使用した場合を例示しているが、本発明の製造方法はこれに限定されるものではない。例えば、透光性絶縁管を構成する材料として、石英ガラスのほか、硼珪酸塩ガラスや、透光性アルミナなどの透光性セラミックスを使用することができる。

#### 【0044】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の発光管の製造方法によれば、透光性絶縁管の一部にレーザー光を照射する工程と、前記透光性絶縁管の前記レーザー光が照射された部分を封着する工程とを含み、前記レーザー光を照射する工程が、前記レーザー光を前記透光性絶縁管の管軸方向に揺動させるように走査し、且つ、前記レーザー光の出力および揺動幅の少なくとも一方を変化させながら実施されるため、透光性絶縁管の加熱温度のばらつきを低減し、高品質の発光管を安定して製造することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の製造方法において使用し得る封止装置の構造を示す模式図である。

【図2】 本発明の製造方法によって製造し得る発光管の構造を示す正面図である。

【図3】 本発明の製造方法の第1の封止工程において好適な、レーザー光の出力パターンを示す図である。

【図4】 図3に示す出力パターンで照射した場合の、レーザー光の照射エネルギー分布を示す図である。

【図5】 本発明の製造方法の第2の封止工程において好適な、レーザー光の出力パターンを示す図である。

【図6】 図5に示す出力パターンで照射した場合の、レーザー光の照射エネルギー分布を示す図である。

【図7】 従来の製造方法におけるレーザー光の出力パターンを示す図である。

【図8】 図7に示す出力パターンで照射した場合の、レーザー光の照射エネルギー分布を示す図である。

#### 【符号の説明】

|             |           |
|-------------|-----------|
| 1           | 石英管       |
| 2           | レーザー光     |
| 3           | 石英管支持機構   |
| 11          | 封着部       |
| 12          | 球管        |
| 40 13a, 13b | 側管        |
| 15, 17      | 電極体       |
| 21          | 光源        |
| 22, 23      | 反射鏡       |
| 24          | 放物面鏡      |
| 25          | スキャニングミラー |
| 31          | モーター      |
| 33, 34      | 支持部       |
| 35          | 可動テーブル    |
| 45          | 冷却剤噴霧口    |
| 50 46       | 液体窒素      |

11

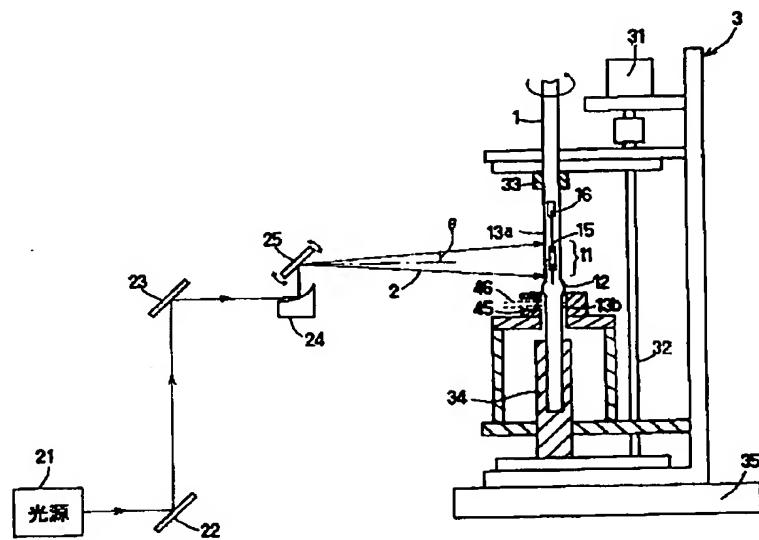
12

## 【要約】

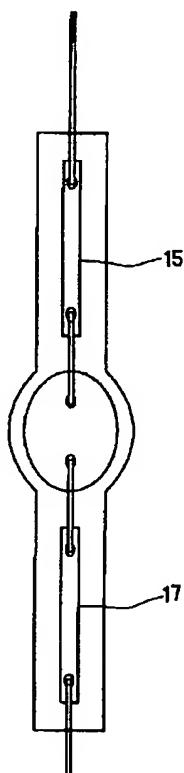
【課題】 石英管をレーザー光の照射によって加熱して封着する工程において、石英管の加熱温度のばらつきを低減し得るような発光管の製造方法を提供する。

【解決手段】 石英管1の一部にレーザー光を照射する工程と、石英管1のレーザー光が照射された部分11を

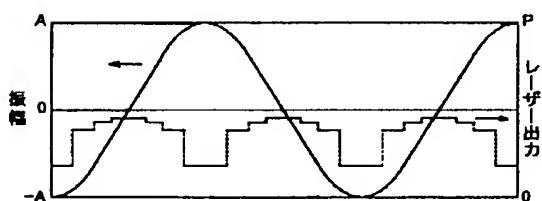
【図 1】



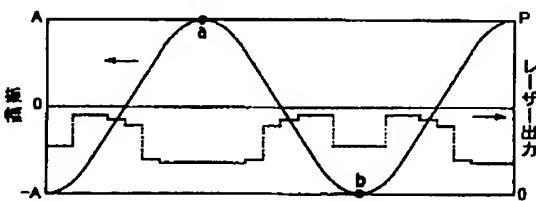
【図 2】



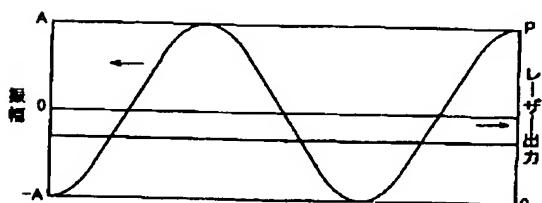
【図 3】



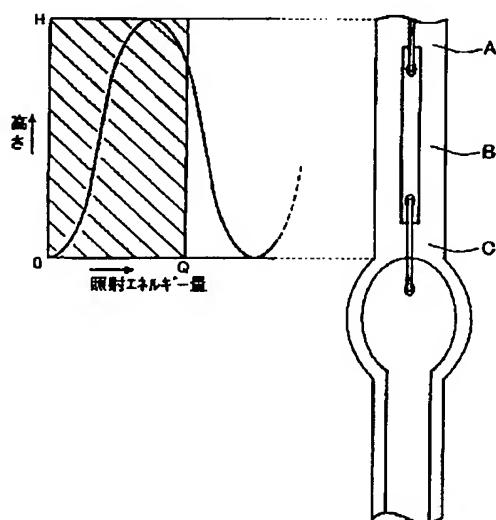
【図 5】



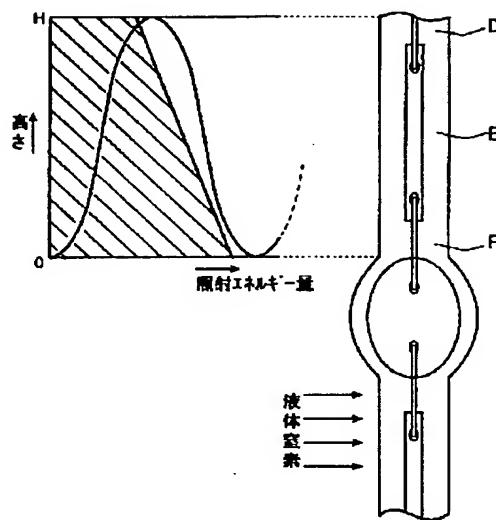
【図 7】



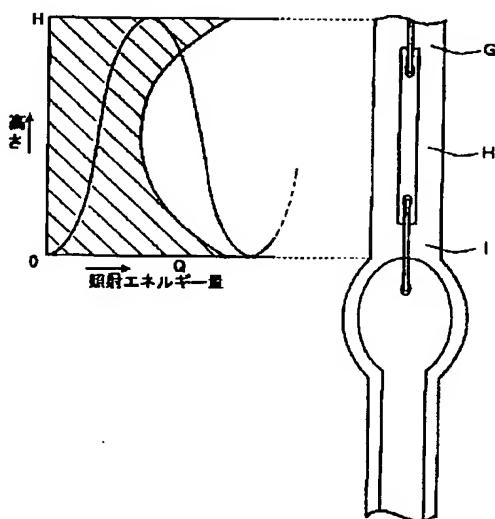
【図 4】



【図 6】



【図 8】




---

フロントページの続き

## (72)発明者

佐古田 素三

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工  
業株式会社内

## (58)調査した分野(Int.CI.7, DB名)

H01J 9/32

H01J 9/40

## (56)参考文献

特開 昭58-78348 (JP, A)  
特開 昭57-109234 (JP, A)

H01J 61/36